

低収縮型超高強度コンクリートを用いた秋葉原公共デッキの施工

鹿島建設(株) 正会員 ○岡本 裕昭
 鹿島建設(株) 正会員 一宮 利通
 鹿島建設(株) 盛田 行彦
 鹿島建設(株) 正会員 喜多 俊介

1 計画概要

現在、東京都秋葉原駅周辺では「秋葉原クロスフィールド」と称する再開発事業が行われている。本デッキはその再開発事業に伴い建設され、駅と駅周辺の建物を繋ぐ2径間連続プレストレストコンクリート橋(橋長63.803m、有効幅員8.0m)である。本デッキは超高層ビルの1Fレベルに接続する計画となっているが、超高層ビルの1F階高(6.0m)は建設費低減のため出来るだけ低く抑える必要があった。一方、本デッキは道路を横断するため建築限界4.7mを確保しなければならず、よって桁高1.2mのスレンダーな構造(図-1)を実現する必要があった。この構造を実現するために、主桁に低収縮型超高強度コンクリート($\sigma_{ck}=120\text{N/mm}^2$;以下、超高強度コンクリート)を採用することとした。また、全幅8.8mをできるだけ小さな橋脚で支持するために主桁のウェブ間隔を狭め、透過性のある桁下空間とするためにストラット構造を採用した(写真-1)。デッキの一般条件を表-1に示す。

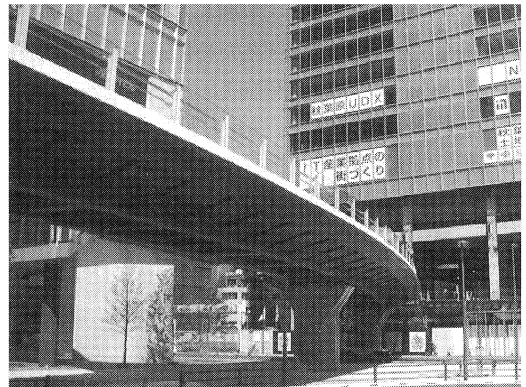


写真-1 完成状況
 表-1 一般条件

(1) 橋種	PC2 径間連続桁橋(歩道橋)
(2) 主桁形式	超高強度コンクリートπ桁
(3) 活荷重	群集荷重
(4) 橋長	63.653 m
(5) 桁長	63.403 m
(6) 支間長	3.891 + 25.908 + 33.205 m
(7) 幅員	全幅8.8m 有効幅員8.0m
(8) 平面線形	R=170 m
(9) 縦断勾配	2.0% ~ 2.4%
(10) 横断勾配	おがみ勾配1.0%
(11) 斜角	90° ~ 65°
(12) 設計基準強度	$\sigma_{ck}=120\text{N/mm}^2$

2 構造概要

2.1 主桁

超高強度コンクリートの特性を最大限に生かすような主桁構造とした。断面形状を図-2に示す。この主桁構造の各部位について以下に述べる。

- (1) 上床版; 群集荷重が直接載荷される部材であるので、通常程度の上床版厚($t=250\text{mm}$)を確保することとした。また、この上床版は超高強度コンクリートを場所打ちで施工する。

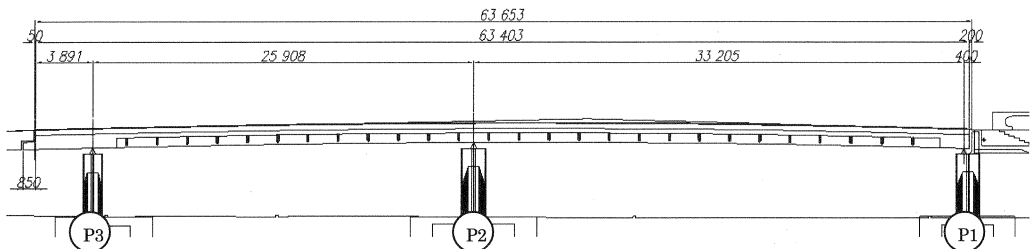


図-1 側面図

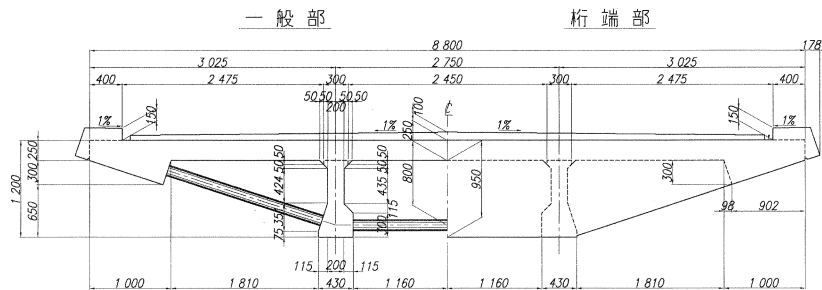


図 - 2 断面図

- (2) 下床版；超高強度コンクリートを用いることにより、主桁下縁に作用する圧縮力はウェブ下部のコンクリートで抵抗出来ると判断し、図 - 2 に示すように下床版を無くし主桁重量の軽減を図った。また、主桁横方向剛性を確保するために通常の下床版位置にストラットを配置している。
- (3) ウェブ；ウェブは超高強度コンクリートを用いたプレキャスト部材とし、主桁重量低減の観点から極力薄くすることとし、部材厚 200mm としている。プレキャスト部材である本デッキのウェブは、場所打ち床版と隣のウェブ（プレキャスト部材）とに接合部がある。床版とウェブ間の接合構造には孔空き鋼板ジベルを用いることとし、上床版横方向鉄筋が孔内を通過するよう配置した。また、ウェブとウェブ間の接合は、現場打ち施工である支点横桁部及びP C鋼材偏向横桁部において行うこととし、接続構造にはせん断キー及びウェブ軸筋を突出させる構造を採用した（写真 - 2）。
- (4) ストラット；ウェブ間のストラットは、(2)でも記述したが、ウェブの横方向剛性を確保するために配置しており、斜めストラットは上床版の横方向剛性を高めるために配置している。特に、斜めストラットの配置ピッチ（2 m）は、デッキ梁下の歩行者からの視点を考慮し、景観的にも周辺建築物との融合を図るため、接続するビルの外壁パネル割の配置ピッチと同じ長さとした。

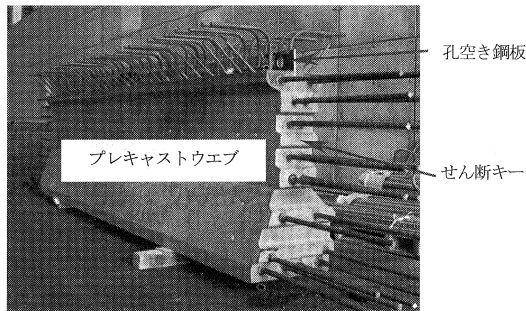


写真 - 2 プレキャストウェブ

2.2 PC鋼材

本デッキのウェブを厚さの薄いプレキャスト部材としているので、主方向ケーブルは全て外ケーブルとした。また、スレンダーな印象を与える桁を目指しケーブルを2本のウェブ間に配置したため、ケーブルの配置スペースが小さくなった。そこで本デッキでは、配置本数を抑えるために住友電工スチールワイヤー（株）開発の JIS G 3536 B 種規格よりも約 20%高強度の PC 鋼材（19S15.2）を用いることとした。

床版横締め鋼材としては、1S28.6 プレグラウト鋼材を用いることとした。本デッキはP 1～P 2間に隣接ビルへの接続デッキが取付くため、その箇所については一般部に対して密な鋼材配置とした。

2.3 橋脚

橋脚には設計基準強度 30N/mm²のコンクリートを用いることとした。形状は景観に配慮しY型とした。また、排水管により美観が損なわれないよう、橋脚断面に凹部を設け排水管を収容することとした。

3 低収縮型超高強度コンクリート

3.1 特長

一般に、水結合材比が小さい高強度コンクリートでは、水和反応に伴う大きな自己収縮が生じ、有効プレストレスが低下するだけでなく、鋼材の拘束によってひび割れが生じる可能性がある。

コンクリートの自己収縮を抑制する手法として、(1)膨張材の使用、(2)収縮低減剤の使用、(3)人工軽量骨材の使用が挙げられる。前者の2手法は従来方法であるが、(1)には強度低下やフレッシュコンクリートの流動性を損なうなどの課題 (2)には材料コストが高くなるという課題がある。(3)はプレウェッチングした人工軽量骨材内部の保有水がセメントの水和に伴う硬化体の自己乾燥を補償し、細孔空隙中の湿度低下を防止する手法 (セルフキュアリング効果、図-3) であるが、高い強度・吸水率を併せ持つ石炭灰人工骨材を必要とする。そこで、比較的高い強度と高い吸水率を併せ持つ石炭灰人工骨材 (Jライト) を使用することにより、施工性を保ち、強度比程度の材料コストで十分な強度発現と自己収縮低減が可能となった。ただし、Jライトの使用量に応じてコンクリート強度は低下するため、Jライトに少量の膨張材や収縮低減剤を併用する方法を採用することとした。

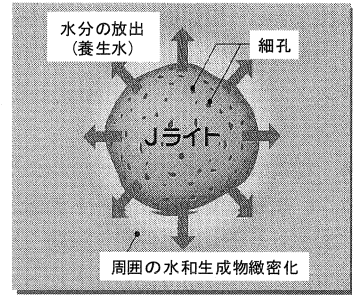


図-3 セルフキュアリング

ここでは、粗骨材の20%をJライトに置換し、さらにセメントの5%の収縮低減剤を併用する配合 (JL20R05) について、自己収縮を低減しない基本配合 (B) と比較検討した結果を紹介する。図-4、5に標準養生した試験体の圧縮強度および自己収縮ひずみの試験結果を示す。自己収縮を改善することによって圧縮強度は2割程度低下するものの材齢56日で約150N/mm²の圧縮強度が確保されており、自己収縮を7割程度低減することができた。

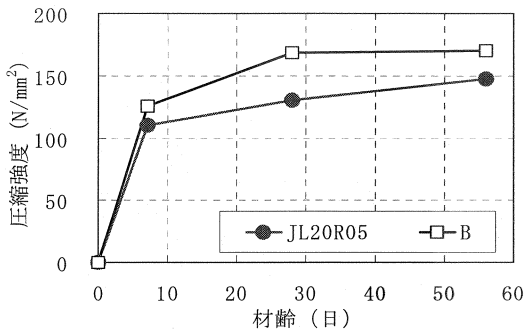


図-4 圧縮強度の試験結果

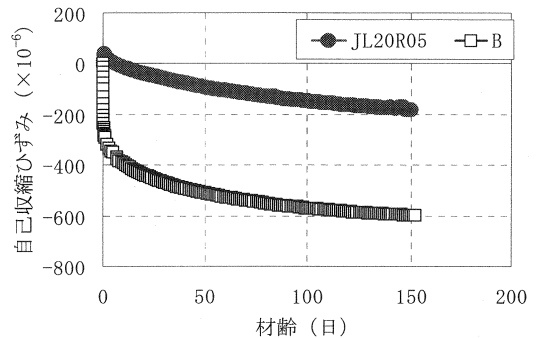
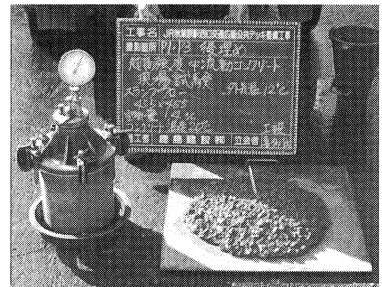
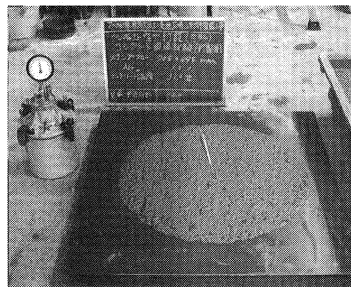


図-5 自己収縮ひずみの試験結果

3.2 種類

超高強度コンクリートには「高流動自己充てん型」・「振動締め併用型」の2種類がある (写真-3)。

「高流動自己充てん型」は、高密度配筋部材や複雑な形状の部材などを対象とし、スランプフロー600~700mmの自己充て



(1) 高流動自己充てん型

(2) 振動締め併用型

写真-3 低収縮型超高強度コンクリートのフレッシュ性状

ん性を有し、振動機による締固め作業を必要としないコンクリートである。また、ポンプ圧送も可能であることを確認している。「振動締固め併用型」は橋梁の上床版等の仕上り天端に勾配がついた部材を対象に、スランプフローを300~500mmとして、振動機による締固め作業を行って施工するコンクリートである。

4 秋葉原公共デッキでのコンクリート施工

4.1 超高強度コンクリートの施工

本デッキの主桁断面は上床版、ウェブ、ストラット部材からなるπ形断面となっている。配筋が密なプレキャストウェブの製作や横桁部、ディビエータ部の現場打設には「高流動自己充てん型」、2%程度の縦断勾配を有する上床版の現場打設には「振動締固め併用型」をそれぞれ適用した(図-6)。

4.2 品質管理

図-7にスランプフローの品質管理結果を示す。フレッシュ時のスランプフローを所定の範囲内に管理することによって、施工を円滑に実施することができた。また、図-8に示すように、圧縮強度についても所定の要求品質を満足していることを確認している。

4.3 施工能力

コンクリートの製造については、普通コンクリートよりも練混ぜ時間が長くなること、また人工軽量骨材を吸水させるための設備が必要になることなどから事前に施工計画・製造設備を十分に検討する必要がある。本デッキでのコンクリート製造・打設実績は、「高流動自己充てん型」は時間当たり10m³程度、「振動締固め併用型」は時間当たり15m³程度であった。

5 まとめ

本稿にて紹介した低収縮型超高強度コンクリートの技術開発は、一般的な生コンプラントでの生産性と「振動締固め併用型」のポンプ圧送性について現在もお継続中であり、ほぼその用途は立っている。超高強度コンクリートを用いることで、より高応力度のプレストレス導入が可能となり、コンクリート構造物の断面縮小、軽量化が図られ、より長大な構造物の建設が可能となる。今後、現場打設を可能とした低収縮型超高強度コンクリートが、様々なコンクリート構造物に適用されていくことを期待する。

<参考文献>

- 1) 高田, 柳井, 渡部, 一宮: 超高強度コンクリートの自己収縮低減に関する研究, コンクリート工学年次論文報告集, Vol. 25, No. 1, 2003
- 2) 喜多, 岡本, 一宮, 鈴木: 自己収縮抑制型超高強度コンクリートを用いた歩道橋の計画と設計-秋葉原歩道橋-, 第13回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, 2004

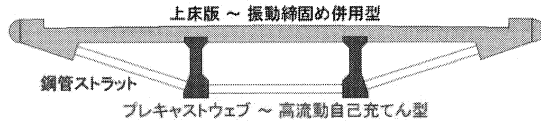


図-6 コンクリート種類の使い分け

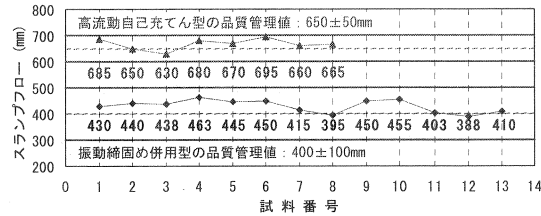


図-7 スランプフローの品質管理試験結果(現場打設分)

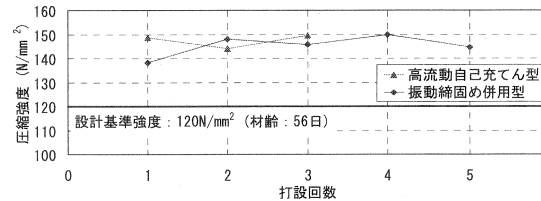


図-8 圧縮強度の試験結果(現場打設分)



写真-4 超高強度コンクリート打設状況